Essentiel du cours de conduction

Définition du courant électrique : le courant électrique est un mouvement d'ensemble de particules chargées sous l'action d'une différence de potentiel.

Les grandeurs physiques:

n^* densité de particules chargées mobiles en $particules.m^{-3}$

$\vec{j}$ vecteur densité de courant en $C.m^{-2}.s^{-1} = A.m^{-2}$

$\vec{v}$ vitesse d'une particule chargée

q charge d'une particule en C

ρ_m densité volumique de particules chargées mobiles en $C.m^{-3}$

I intensité du courant électrique $I = \dfrac{dq}{dt}$ en $A = C.s^{-1}$ où dq est la charge qui traverse la surface pendant le temps dt (I est un débit de charges)

Les relations entre ces grandeurs: $\rho_m = n^*q$, $\vec{j} = \rho_m\vec{v} = n^*q\vec{v}$ et $I = \iint \vec{j}.dS\vec{n}$.

Equation de conservation de la charge: $\mathrm{div}\vec{j} + \dfrac{\partial \rho_\mathrm{m}}{\partial \mathrm{t}} = 0$ (à savoir démontrer sur le système élémentaire de section S avec $\vec{j} = j(x,t)\vec{e_x}$).

Loi d'Ohm locale: Pour un conducteur ohmique de conductivité γ en $S.m^{-1} = \Omega^{-1}.m^{-1}$, la d'Ohm locale s'écrit: $\vec{j} = \gamma\vec{E}$.

Conséquences très importantes:

La relation $\vec{E} = -\overrightarrow{\mathrm{grad}}V$ conduit à $\vec{j} = -\gamma\overrightarrow{\mathrm{grad}}V$ qui traduit que le courant est dirigé des fort vers les faibles potentiels.

I, $\vec{j}$ et $\vec{E}$ sont **toujours** de même sens.

Les charges négatives se déplacent dans le sens opposé à I, $\vec{j}$ et $\vec{E}$.

Les charges positives se déplacent dans le même sens que I, $\vec{j}$ et $\vec{E}$.

Savoir faire: trouver l'expression de γ

Dans le modèle de Drüde décrit dans l'énoncé: on **applique la RFD à un porteur de charge**, on en déduit la vitesse du porteur de charge, celle-ci est proportionnelle au champ électrique. On **applique la définition du vecteur densité de courant:** $\vec{j} = n^*q\vec{v}$, on remplace $\vec{v}$ par son expression en fonction de $\vec{E}$ et on en déduit γ défini par $\vec{j} = \gamma\vec{E}$.

Savoir faire: trouver l'expression d'une résistance électrique

On part de la loi d'Ohm locale: $\vec{j} = \gamma\vec{E}$ soit en norme $j = \gamma E$.

avec $I = j.S$ où S est la surface du conducteur traversée par I (soit la surface perpendiculaire à I et $\vec{j}$)

avec $U = V_1 - V_2$ et V à partir de l'expression du champ électrique et de la relation $\vec{E} = -\overrightarrow{\mathrm{grad}}V$.

On trouve R définie par $R = \dfrac{V_1 - V_2}{I}$.

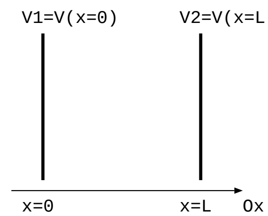
Savoir faire: calculer la puissance donnée par le champ électrique

La puissance donnée par le champ électrique aux charges pour les mettre en mouvement est $P = \iiint \vec{j}.\vec{E}d\tau$.

Dans un conducteur parcouru par un courant d'intensité I, elle est égale à $P = RI^2$. Cela signifie que toute la puissance donnée par le champ électrique aux charges pour les mettre en mouvement est perdue par effet Joule.

Savoir faire: écrire le champ électrique créé par deux armatures planes de charges opposées

Le champ électrique entre les armatures est uniforme et s'écrit: $\vec{E} = \frac{V(x=0) - V(x=L)}{L}\vec{e_x}$.



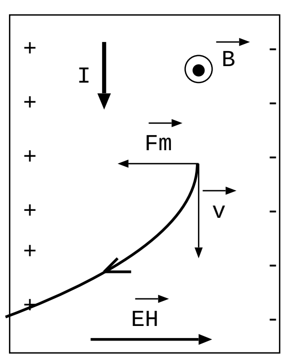
Savoir faire: décrire l'effet Hall

Il y a un courant électrique d'intensité I dans un parallélépipède. Les particules mobiles de charge q positive ou négative, subissent la force de Lorentz $\vec{F_m} = q\vec{v}\Lambda\vec{B}$ (avec $q\vec{v}$ dans le sens de I).

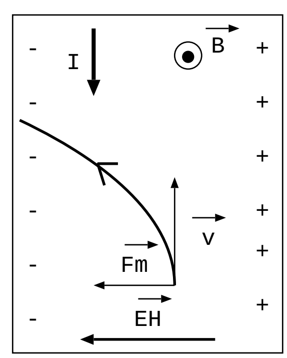
La force magnétique dévie les particules de charge q qui s'accumulent sur une paroi. Sur la paroi opposée, les particules de charges q sont parties, donc il reste les particules de charges q. Il apparaît donc un champ électrique $\vec{E_h}$ dirigé de la paroi où s'accumulent les charges positives vers la paroi où sont les charges négatives.

On trouve le champ électrique de Hall en écrivant que la somme des forces dans la direction perpendiculaire à I est nulle soit: $q\vec{E_H} + q\vec{v}\Lambda\vec{B} = \vec{0}$.

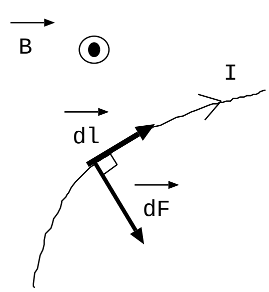
q>0



q<0

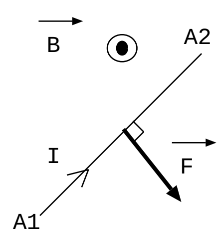


Action d'un champ magnétique sur un courant: la force de Laplace



$\vec{dF} = I\ \vec{dl}\ \Lambda\ \vec{B}$

dans un champ uniforme:



$\vec{F} = I\ \vec{A1A2}\ \Lambda\ \vec{B}$